

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Sejarah Kapasitor

Teknologi kapasitor ditemukan oleh Stoples Leiden pada tahun 1745. Sejak itu, telah ada kemajuan luar biasa dalam bidang ini. Pada awalnya, kapasitor yang digunakan terutama dalam produk listrik dan elektronik, tapi saat ini digunakan dalam bidang mulai dari aplikasi industri untuk mobil, pesawat, kedokteran, komputer, permainan dan kekuatan pasokan sirkuit. Kapasitor terbuat dari dua elektroda metalik (terutama Si) ditempatkan saling bertentangan dengan bahan isolator (dielektrik) antara elektroda untuk mengumpulkan muatan listrik (Jyalaksmi, 2008).

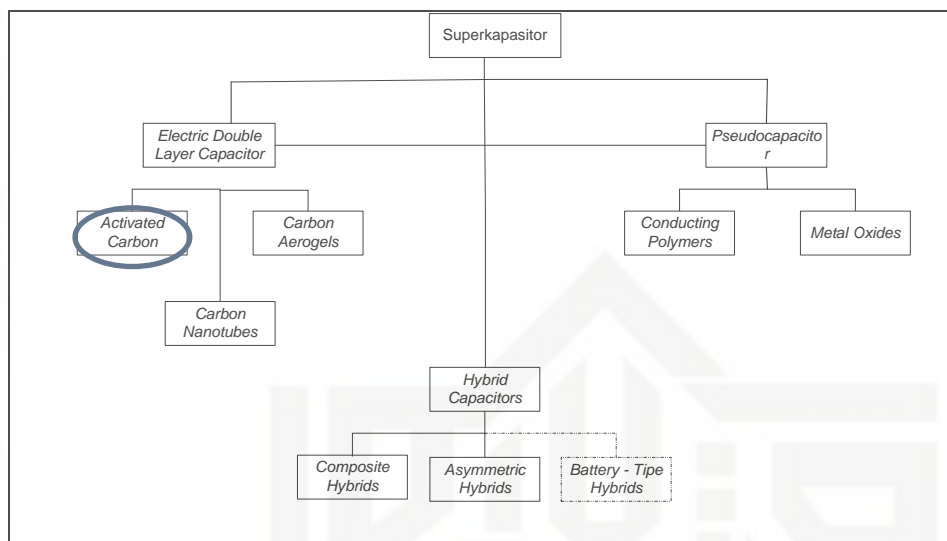
Kapasitor konvensional menghasilkan kapasitansi dalam kisaran 0.1 untuk 1 F dengan rentang tegangan dari 50 hingga 400 V. Berbagai bahan yang digunakan dengan nilai dielektriknya seperti kertas (1.2-2.6), *parafin* (€1,9-2.4) *polietilena* (€2.2-2.4), *polystyrene* (€2.5-2.7), *ebonit* (€2-3,5), *polyethylene tetratharate* (€3.1-3.2), air (€80) belerang (€2-4.2), *steatit porselen* (€6-7), *Al porselen* (€8-10), Mika (€5-7) dan terisolasi minyak mineral (€2.2-2.4).

Kapasitor konvensional memiliki kerapatan daya yang relatif tinggi, namun kepadatan energi relatif rendah bila dibandingkan dengan baterai elektrokimia dan untuk sel bahan bakar. Baterai dapat menyimpan lebih banyak energi daripada kapasitor, tapi tidak bisa mengantarkannya dengan sangat cepat, yang berarti rapat daya yang rendah. Di sisi lain, penyimpanan energi kapasitor relatif kurang yaitu per satuan massa atau volume, tapi energi listrik yang disimpan dengan cepat menghasilkan banyak tenaga, sehingga kerapatan tenaga yang dihasilkan biasanya tinggi (Helper, 2006).

2.2 Kapasitor Lapisan Ganda

Superkapasitor dapat dibagi menjadi tiga kelas taksonomi yaitu kapasitor lapisan ganda elektrokimia, *pseudocapacitors*, dan hibrida kapasitor. Grafis

Taksonomi kelas dan subkelas superkapasitor yang berbeda disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Taksonomi Superkapasitor
(Sumber: Helper, 2006)

Kapasitor elektrokimia dwi lapisan *Electrochemical Double Layer Capacitor* (EDLC) dibangun dari dua Elektroda berbasis karbon, elektrolit, dan pemisah. Seperti kapasitor konvensional, EDLC menyimpan muatan secara elektrostatis, dan tidak ada transfer muatan antara elektroda dan elektrolit. EDLC memanfaatkan lapisan ganda elektrokimia untuk menghemat energi. Sebagai tegangan yang di diaplikasikan, muatan terakumulasi pada permukaan elektroda. Mengikuti daya tarik muatan yang tidak biasa, ion dalam larutan elektrolit berdifusi melintasi pemisah ke dalam pori-pori elektroda yang berlawanan muatannya. Namun, elektroda direkayasa untuk mencegah rekombinasi ion. Dengan demikian, *double layer charge* diproduksi di setiap elektroda. Lapisan ganda ini, ditambah dengan peningkatan luas permukaan dan penurunan jarak antara elektroda, memungkinkan EDLC untuk mencapai energi yang lebih tinggi (Helper, 2006).

2.3 Superkapasitor

Superkapasitor atau *Electrochemical Double Layer Capacitor* (EDLC) merupakan generasi ke empat kapasitor yang digunakan untuk piranti penyimpanan energi listrik yang mempunyai nilai kapasitansi yang bisa mencapai 10^6 F.

Komponen utama dalam pembuatan superkapasitor adalah karbon aktif. Penelitian ini diawali dengan meningkatnya tuntutan untuk penyimpanan energi listrik dalam aplikasi saat ini seperti perangkat elektronik digital, alat medis implan mulai beroperasi pada kendaraan traksi yang membutuhkan daya tinggi. Jika dibandingkan dengan penyimpanan energi pada baterai, superkapasitor memiliki siklus hidup lebih lama serta memberikan kerapatan energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitor konvensional (Jayalakshmi, 2008).

Aplikasi yang memerlukan piranti penyimpan energi tinggi dan proses pengisian cepat diperoleh pada superkapasitor. Salah satu keunggulan adalah melakukan pengisian secara penuh dalam waktu yang singkat (Burke, 2008).

Superkapasitors diatur oleh prinsip dasar yang sama dengan konvensional. Kapasitor. Namun menggabungkan elektroda dengan luas permukaan yang jauh lebih tinggi dan ketebalan dielektrik yang lebih tipis serta menurunkan jarak Di antara elektroda sehingga menyebabkan peningkatan kapasitansi dan energi. Superkapasitor juga mampu mencapai densitas daya yang sebanding. Selain itu, superkapasitor memiliki beberapa kelebihan dibanding baterai dan sel bahan bakar, diantaranya kepadatan daya yang lebih tinggi, waktu pengisian lebih pendek, siklus umur dan umur simpan yang lebih lama (Helper, 2006).

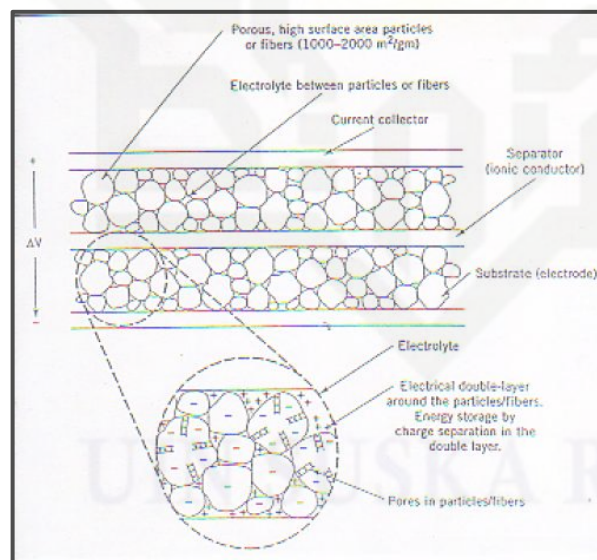
2.4 Penyimpanan Energi pada Superkapasitor

Penyimpanan energi pada superkapasitor menggunakan *Electrochemical Double Layer Capacitor* (EDLC) merupakan kapasitor elektrokimia yang mempunyai densitas energi tinggi dibandingkan dengan kapasitor konvensional. Kapasitor biasa mempunyai kapasitansi dalam satuan mikro Farad (μF) sedangkan superkapasitor dengan ukuran yang sama memiliki nilai kapasitansi dalam satuan Farad. Elektrolit akan masuk ke dalam mikro pori ketika waktu pengisian (*charge*). Ion pada elektrolit akan berpindah dalam bentuk lapisan ganda yang ditransfer melalui proses difusi elektrolit antara elektroda. Nilai kapasitansi pada superkapasitor sangat bergantung pada luas permukaan dan pori yang dilalui oleh ion dalam elektrolit.

Pembentukan elektroda karbon menggunakan pori tertentu. Nilai kapasitansi salah satunya bergantung pada karakteristik material elektroda, terutama pada luas permukaan, ukuran pori, diameter, dan kedalaman material elektroda. Apabila partikel semakin kecil maka pori-pori akan semakin banyak dan kedalaman akan semakin dangkal. Pori-pori yang dangkal menyebabkan daya yang akan dihasilkan akan semakin besar karena pori lebih mudah diakses oleh ion. Pori yang terbentuk dari suatu karbon berhubungan dengan luas permukaan. Jika ukuran partikel semakin besar maka pori yang dihasilkan hanya sedikit sehingga pelet elektroda yang dihasilkan rapuh dan tidak kuat. Namun, jika ukuran partikel semakin halus maka pori yang dihasilkan semakin banyak. Sari (2012) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ukuran partikel mempengaruhi kapasitansi superkapasitor.

2.5 Bagian-Bagian Superkapasitor

Komponen utama dalam pembuatan superkapasitor adalah pengumpul arus, elektroda, separator, dan elektrolit. Gambar 2.2 menunjukkan susunan bagian-bagian superkapasitor dilihat dari tampang melintang.



Gambar 2.2 Bagian-Bagian Superkapasitor
(Sumber: Burke, 2008)

Pengumpul arus berfungsi untuk menangkap ion. Dalam pembuatan superkapasitor, bahan pengumpul arus yang digunakan untuk menangkap ion harus memiliki kemampuan penghantar listrik yang baik (Schneuwly, 2000).

Elektroda sebagai bagian dari superkapasitor mempengaruhi nilai kapasitansi yang dihasilkan. elektroda pada superkapasitor memiliki luas permukaan yang tinggi, dapat menghantarkan listrik, dan mampu menyimpan muatan yang banyak. Besarnya luas permukaan pada elektroda yang digunakan dapat meningkatkan kapasitansi pada superkapasitor. Jenis elektroda yang biasanya digunakan pada pembuatan superkapasitor adalah elektroda karbon, karena memiliki keunggulan diantaranya memiliki luas permukaan yang tinggi, tidak berkarat, ukuran pori yang dapat dikontrol, biaya produksi yang relatif murah, serta porositas yang besar sehingga mudah dalam menyerap ion (Schneuwy, 2000).

Separator merupakan pemisah elektroda yang bertujuan agar tidak terjadinya kontak antara dua elektroda. Separator dikatakan bagus apabila memiliki hambatan listrik yang tinggi, konduktansi ion yang tinggi, dan ketebalan yang rendah (Schneuwy, 2000).

Elektrolit merupakan zat yang larut dan terurai dalam bentuk ion. Selain itu juga dapat menghantarkan arus listrik. Elektrolit yang sering digunakan adalah H_2SO_4 , karena sifatnya yang tidak berkarat, mempunyai konduktivitas $8 \Omega^{-1}$ serta dapat digunakan pada suhu tinggi sekitar 150°C (Schneuwy, 2000).

2.6 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon. Karbon aktif memiliki luas permukaan (*surface area*) sebesar $1,95 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, dengan total volume pori-pori sebesar $10,28 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ mg}^{-1}$, dan diameter rata-rata $21,6 \text{ \AA}$. Bahan diperoleh dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Karbon aktif diperoleh dengan proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang melapisi permukaan arang sehingga meningkatkan porositas karbon aktif. Semakin luas permukaan pori-pori dari karbon aktif, maka daya serapnya semakain tinggi. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan. Selain itu, peningkatan kemampuan karbon aktif juga dapat dilakukan dengan aktivasi menggunakan aktivator bahan-bahan

kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi, sehingga pada karbon aktif akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia.

Menurut SII (Standar Internasional Indonesia), arang aktif yang baik memiliki kriteria sebagai mana yang ditampilkan pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Kriteria Arang Aktif

Jenis	Persyaratan (%)
Bagian yang hilang pada pemanasan	Maksimum 15
Air	Maksimum 10
Abu	Maksimum 2,1
Daya serap terhadap Iod	Maksimum 20

Sumber: Khuluk, 2016

Karbon aktif dibagi menjadi dua tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan karbon aktif sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat ini diperoleh dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Karbon aktif sebagai pemucat biasanya berbentuk *powder* yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å. Karbon aktif sebagai pemucat digunakan dalam fase cair, dan berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu. Karbon aktif sebagai penyerap ini diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai struktur keras. Karbon aktif sebagai penyerap uap biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras, diameter pori berkisar antara 10-200 Å. Karbon aktif sebagai penyerap uap memiliki tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas. Berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Upaya peningkatan kinerja superkapasitor bertujuan untuk meningkatkan nilai dari kapasitansi yang dihasilkan.

2.7 Sifat-Sifat Karbon Aktif

Sifat-sifat karbon aktif dapat ditinjau menggunakan dua parameter yaitu parameter fisis dan parameter kimia. Tabel 2.2 adalah sifat-sifat yang dimiliki karbon aktif:

Tabel 2.2 Sifat-Sifat Karbon Aktif

No	Sifat Fisis	Sifat Kimia
1	Warna : Hitam	Tidak larut dalam air dan asam, namun larut dalam alkali, misalnya NAOH dan KOH
2	Bentuk Kristalin : Amorf	
3	Massa Molekul : 12,1 g/mol	
4	Massa Jenis : 1,8-2,1 g/cm ³	
5	Titik Leleh : > 3500 ⁰ C	
6	Titik Didih : 4200 ⁰ C	

Sumber: Rahman, 2016

Adapun sifat yang diamati pada material karbon berpori antara lain:

1. Densitas

Densitas merupakan ukuran dari suatu massa persatuan volume, dimana massa dan volume berbanding lurus. Jika densitas semakain besar maka massa per satuan volume semakain besar. Menghitung nilai densitas dapat menggunakan Rumus 2.1:

$$\rho = m/v \quad (2.1)$$

Keterangan: ρ

m = massa

v = volume, dengan nilai volume

$$v = \pi r^2 t, \pi = 3.14$$

r = jari-jari

t = tinggi atau ketebalan

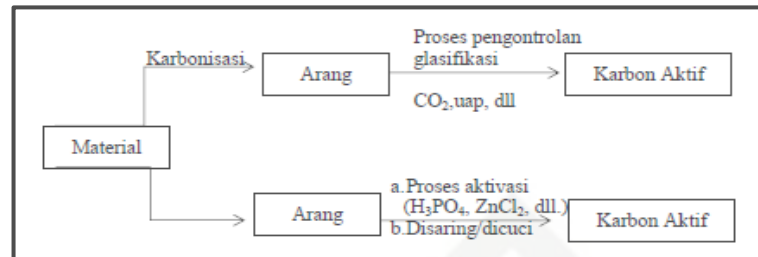
2. Porositas

Porositas merupakan perbandingan antara volume pori-pori dalam elektroda karbon. Elektroda karbon memiliki bentuk pori yang berbeda, yang terdiri dari tiga jenis yaitu pori yang berukuran di bawah 2 nm disebut dengan mikropori, pori berukuran 2nm-50nm disebut dengan mesopori, dan pori yang berukuran di atas 50nm disebut struktur-struktur makropori (Yanuar, 2010).

2.8 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Gambar di atas merupakan skema proses pembuatan karbon aktif. Secara umum, ada dua metode yang digunakan untuk membuat karbon aktif yaitu metode

aktivasi fisika dan metode aktivasi kimia. Namun pada prinsipnya pembuatan karbon terdiri dari tiga proses yang saling berkelanjutan yaitu pemilihan bahan dasar, karbonisasi dan aktivasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 ini.



Gambar 2.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif
(Sumber: Khuluk, 2016)

2.8.1 Pemilihan Bahan Dasar

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan biomassa. Beberapa biomassa yang mengandung unsur karbon apabila mengalami proses karbonisasi atau pengarangan seperti, tempurung kelapa, kayu, sekam padi, kulit biji kopi dan lain-lain. Kriteria bahan yang dipilih sebagai bahan karbon aktif diantaranya memiliki unsur anorganik yang rendah, ketersediaan bahan mudah didapat dan tidak mahal, memiliki daya tahan yang baik, dan mudah untuk daktivasi.

Pemilihan bahan dasar yaitu limbah biomassa. Pertimbangannya untuk memanfaatkan bahan yang dianggap tidak bernilai menjadi sesuatu yang bisa dipergunakan kembali setelah diolah dengan tahapan-tahapan sistematis. Biomassa merupakan bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan, hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan). Unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul) yang sebagian besar mengandung atom karbon (C). Biomassa secara garis besar tersusun dari selulosa dan lignin (sering disebut lignin selulosa). Komposisi elementer biomassa bebas abu dan bebas air kira-kira 53% massa karbon, 6% hidrogen dan 42% oksigen, serta sedikit nitrogen, fosfor dan belerang (biasanya masing-masing kurang dari 1%). Kadar abu kayu biasanya kurang dari 1% (Arni, 2014).

Keunggulan lain dari biomassa adalah harganya yang lebih murah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Kondisi ini dapat terjadi karena

jumlahnya yang sangat melimpah dan umumnya merupakan limbah dari suatu aktivitas masyarakat. Namun demikian, dengan *range* nilai kalor antara 3.000–4.500 cal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama dalam rangka membangkitkan energi panas. Biomassa juga dikategorikan sebagai bahan bakar karbon netral (Arni, 2014). Pelepah sawit merupakan salah satu bagian dari limbah biomassa yang tergolong kepada limbah padat. Pelepah kelapa sawit dapat diperoleh bersamaan dengan proses pemanenan tandan buah kelapa sawit. Gambar 2.4 adalah pelepah sawit hasil pemangkasan pohon sawit di perkebunan Universitas Riau. Menurut Winanti (2014 dikutip oleh Ambarita, 2015) potensi jumlah limbah kelapa sawit di Indonesia sebanyak 81.887.936 ton per tahun. Nutrisi yang terkandung dalam pelepah kelapa sawit terdiri dari 5,8 % protein kasar, 1,07 % lemak, 48,6 % serat kasar, 3,3% abu dan 29,8 % total *digestible nutrient*. Berdasarkan kandungan nutrisi yang dimiliki, diketahui bahwa komponen penyusun terbesar pelepah kelapa sawit adalah serat kasar. Serat kasar tersusun dalam tiga komponen yaitu selulose, hemiselulose, lignin, dan silika. Komponen pelepah sawit dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Kandungan Kimia Pelepah Sawit

Komponen Serat Kasar	Kandungan (%)
Selulosa	35,88
Lignin	18,9
Hemiselulosa	26,47
Zat Ekstraktif	9,05
Air	9,7

Sumber: Ambarita, 2015



Gambar 2.4 Pelepah Sawit
(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

2.8.2 Karbonisasi

Karbonisasi atau pengarangan merupakan suatu proses pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu dengan jumlah oksigen sangat terbatas. Tujuan karbonisasi adalah menghilangkan zat-zat yang mudah menguap yang terkandung dalam bahan dasar. Pada saat karbonisasi terjadi beberapa tahap yang meliputi penghilangan air atau dehidrasi, penguapan selulosa, penguapan lignin, dan pemurnian karbon. Material hasil karbonsasi berupa karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit.

2.8.3 Aktivasi

Aktivasi merupakan bagian dalam proses pembuatan karbon aktif yang bertujuan untuk membuka, menambah, atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi. Melalui proses aktivasi, karbon aktif akan memiliki daya serap yang semakin meningkat karena hasil karbonisasi masih mengandung zat yang masih menutupi pori-pori permukaan karbon aktif. Selain itu, pada proses aktivasi akan mengalami perubahan fisik, baik fisika maupun kimia sehingga mempengaruhi daya serap terhadap bahan.

1. Aktivasi Kimia

Aktivasi merupakan suatu aktivitas yang memberikan perlakuan terhadap arang dengan tujuan memecah pori yang dilakukan dengan memecahkan ikatan hidrogen atau mengoksidasi molekul. Proses aktivasi kimia adalah proses pemotongan rantai karbon dari senyawa mikro organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (aktivator). Aktivator adalah zat atau bahan kimia yang berfungsi sebagai pengaktif sehingga menyebabkan daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air yang menyebabkan air terikat kuat pada pori-pori karbon, kemudian zat aktivator akan memasuki dan membuka permukaan karbon yang masih tertutup. Aktivasi kimia pada karbon aktif dilakukan dengan merendam arang ke dalam larutan kimia yang bersifat asam (H_3PO_4 , dan H_2SO_4), basa (KOH, dan NaOH), dan bersifat garam ($ZnCl_2$, dan NaCl) (Khuluk, 2016).

2. Aktivasi Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses yang melibatkan gas pengoksidasi pada suhu tinggi, uap, CO_2 . Proses aktivasi fisika membutuhkan suhu tinggi 600°C sampai dengan 900°C dan membutuhkan energi listrik yang cukup besar dalam pengoperasiannya (Hartanto, 2012). Menurut Gua (2003 dikutip oleh Aini 2016) aktivasi Fisika bertujuan untuk membuka struktur pori dan meningkatkan luas permukaan karbon. Faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik atau sifat dari karbon aktif yang dihasilkan dari aktivasi fisika adalah bahan dasar, laju aliran kalor, laju aliran gas, proses karbonisasi sebelumnya, suhu pada saat proses aktivasi, agen pengaktif yang digunakan, lama proses aktivasi, dan alat yang digunakan (Khuluk, 2016).

2.9 *Ball Milling*

Ball milling merupakan suatu alat yang yang digunakan dalam proses penghancuran serbuk karbon mencapai skala nano dengan cara kerja berputar. Komponen *ball milling* terdiri dari sebuah mesin pemutar, tabung (*vial*), penampung material, dan bola-bola penghancur berukuran heterogen yang terbuat dari baja. Jenis bola-bola pengancur terdri dari beberapa ukuran yaitu *ball milling* dengan ukuran diameter 50 mm sampai dengan 100 mm dengan kategori penggilingan kasar, sedangkan untuk penggilingan halus menggunakan diameter berukuran 5 mm sampai dengan 50 mm. Gambar 2.5 memperlihatkan bola-bola penghancur dengan ukuran berbeda di dalam tabung (*vial*). Cara kerja *ball milling* yaitu memasukkan material dan bola-bola penghancur ke dalam *vial* (tabung). Selanjutnya, *ball milling* digerakkan menggunakan energi listrik. *Ball milling* digerakkan secara rotasi maupun vibrasi dengan frekuensi tinggi. Cara kerjanya adalah material yang terperangkap antara bola penghancur dan dinding *vial* akan saling bertumbukan menghasilkan deformasi pada material. Deformasi pada material tersebut menyebabkan fragmentasi pada struktur material sehingga terpecah menjadi susunan lebih kecil.

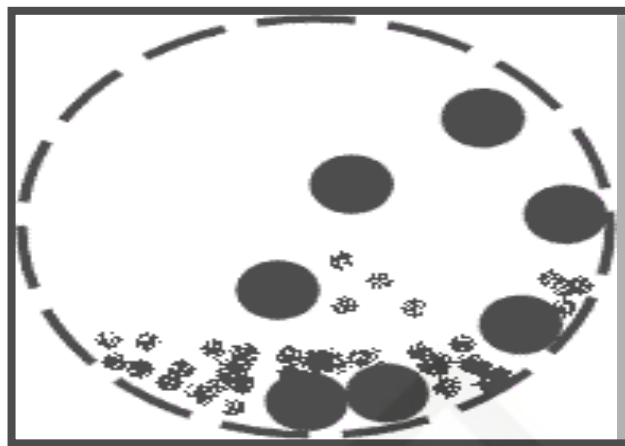
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

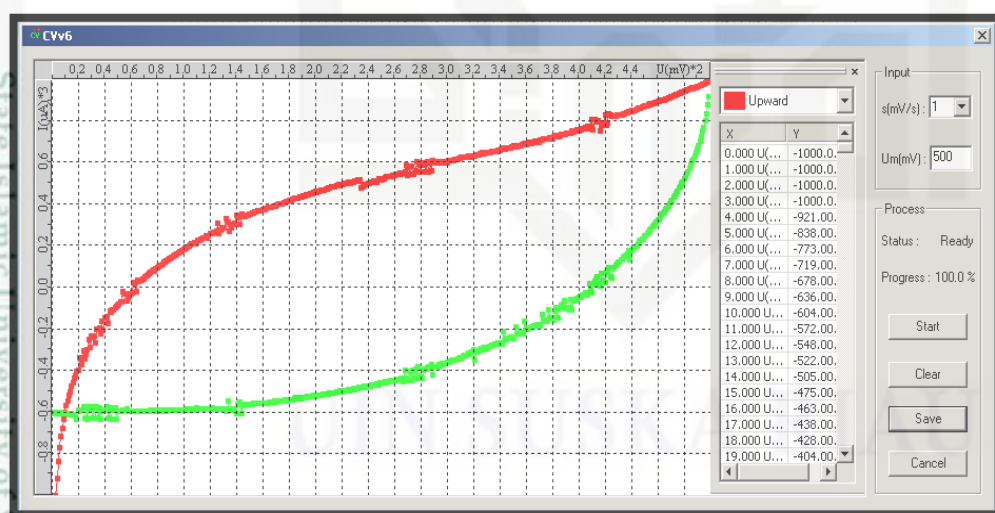
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.5 Material dan bola penghancur didalam vial
(Sumber: Rahman, 2016)

2.10 Cyclic Voltametry (CV)

Cyclic Voltametry (CV) merupakan salah satu teknik pengukuran elektrokimia seperti kapastansi, dan waktu hidup (*cycle life*). Pengukuran CV dilakukan pada potensial -0,1 sampai 0,6 V. *Cyclic Voltametry* (CV) digunakan sebagai pengatur aliran ion dalam proses perubahan sifat nanopartikel dan karakterisasi sifat potensial suatu bahan serta digunakan dalam pengukuran kapasitansi superkapasitor.



Gambar 2.6 Tampilan Hasil Pengukuran CV pada Komputer
(Sumber: Rahman, 2016)

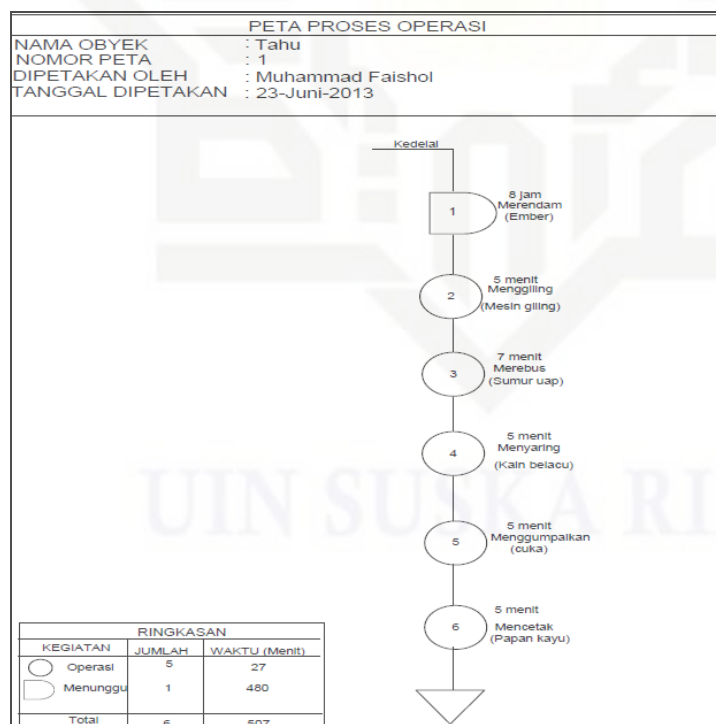
Pengukuran nilai kapasitansi menggunakan alat Physic UR Rad-Er5841 dengan laju *scan* 1 mV/s dan potensial 0-0,5 V dengan menggunakan elektroda

yang dipisahkan oleh separator mengeluarkan *out put* tampilan pengukuran CV pada komputer seperti terlihat pada Gambar 2.6 . Kapasitansi spesifik (C_{sp}) adalah kemampuan suatu elektroda untuk menyimpan muatan pada potensial per satuan massa elektroda. Kapasitansi spesifik (F/g) adalah kemampuan dari suatu elektroda untuk menyimpan muatan pada tegangan tertentu per satuan massa dari elektroda. Perhitungan Rumus kapasitansi spesifik (C_{sp}) dengan metode voltomogram siklis dihitung menggunakan rumus berikut:

$$C_{sp} = \frac{(I_c - (-I_d))}{S \times m} \quad (2.2)$$

2.11 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi adalah suatu diagram yang menggambarkan urutan atau langkah-langkah dalam proses pembuatan suatu produk. Peta operasi ini memuat informasi-informasi yang mewakili bentuk dari diagram, seperti jenis kegiatan, waktu yang diperlukan, material yang digunakan, mesin atau alat yang digunakan (Faishol, 2013). Gambar 2.7 adalah salah satu contoh peta proses operasi dari proses pembuatan tahu.



Gambar 2.7 Contoh Peta Proses Operasi
(Sumber: Faishol, 2013)

2.12 Biaya *Overhead* Pabrik

Ada beberapa pendapat mengenai biaya *overhead* pabrik, diantaranya:

1. Daljono (2011)

`Biaya *overhead* pabrik adalah biaya produksi yang dikeluarkan namun diluar biaya bahan baku dan tenaga kerja

2. Susilawati (2009) biaya yang meliputi bahan baku, tenaga kerja dan fasilitas produk selain biaya bahan baku, dan biaya tenaga kerja.

3. Carter (2009)

Biaya *overhead* pabrik adalah biaya bahan baku tidak langsung, tenaga kerja tidak langsung dan biaya pabrik lainnya yang tidak dapat dipastikan jumlah pesanan atau kebutuhannya.

Pengelompokan biaya *overhead* pabrik menurut Susilawati, 2009 adalah sebagai berikut:

1. Biaya *Overhead* Variabel

Biaya *overhead* yang mengalami perubahan proporsional yang berkaitan dengan volume produksi, sehingga biaya *overhead* per unit jumlahnya tetap konstan meski ada perubahan volume produksi.

2. Biaya *Overhead* Tetap

Biaya *overhead* yang kapasitasnya tetap konstan meskipun volume produksi berubah-ubah, sehingga biaya *overhead* per unit jumlahnya semakin kecil.

3. Biaya *Overhead* Semi Variabel

Biaya *overhead* yang totalnya berubah secara tidak proporsional dengan perubahan volume produksi.

2.13 Pengertian Bisnis

Kata bisnis berasal dari bahasa Inggris *busy* yang artinya sibuk, sedangkan *business* artinya kesibukan. Secara istilah didefinisikan sebagai keseluruhan kegiatan yang direncanakan dan dijalankan secara teratur dengan cara menciptakan, memasarkan barang maupun jasa oleh perorangan atau kelompok baik dengan tujuan mencari keuntungan ataupun tidak mencari keuntungan (Suliyanto, 2010)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan definisi tersebut, tujuan bisnis dapat dikelompokkan sebagai berikut (Suliyanto, 2010):

1. Bisnis Berorientasi Keuntungan (*Profit Oriented*)

Bisnis yang berorientasi keuntungan adalah bisnis yang dijalankan didominasi untuk memperoleh keuntungan, meningkatkan kesejahteraan pemilik dan karyawan serta untuk mengembangkan usaha lebih lanjut. Contoh perusahaan rokok, perusahaan pembuatan sepatu, perusahaan penggilingan padi dan sejenisnya

2. Bisnis yang Tidak Berorientasi Keuntungan (*Non-Profit Oriented*)

Bisnis yang tidak berorientasi keuntungan adalah bisnis yang dijalankan bertujuan untuk kepentingan sosial. Contoh yayasan sosial yatim piatu, yayasan sosial panti jompo, yayasan sosial penyandang cacat.

Bisnis bergerak dalam berbagai kegiatan. Namun, berdasarkan jenis kegiatannya secara umum bisnis dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu (Suliyanto, 2010):

1. Bisnis Ekstraktif

Bisnis ekstraktif adalah suatu kegiatan yang bergerak pada penggalian barang-barang tambang, contoh perusahaan penambang minyak, perusahaan penambang emas, perusahaan penambangan batu, granubiorit, perusahaan penambangan batu kapur dan sejenisnya

2. Bisnis Agraris

Bisnis agraris adalah suatu kegiatan yang bergerak dalam bidang pertanian, termasuk didalamnya perikanan, peternakan, perkebunan dan kehutanan. Contoh perkebunan teh, perkebunan tembakau, perkebunan karet, peternakan sapi, peternakan ayam, dan sejenisnya.

3. Bisnis Industri

Bisnis industri adalah suatu kegiatan yang bergerak dalam bidang pengolahan (manufaktur), yaitu aktivitas mengubah barang yang kurang berdaya guna menjadi lebih berdaya guna, contoh pabrik sepeda motor, pabrik baja, pabrik makanan, dan sejenisnya.

4. Bisnis Jasa

Bisnis jasa adalah suatu kegiatan yang bergerak dalam penyediaan jasa, misalnya kesehatan, dalam bidang pendidikan, dalam bidang konsultasi bisnis. Sebagai contoh rumah sakit, kantor akuntan, kantor konsultan bisnis, biro perjalanan, lembaga pendidikan.

2.14 Definisi Studi Kelayakan Bisnis

Studi kelayakan bisnis adalah suatu kajian ilmu yang menilai pengerjaan suatu aktivitas yang dilakukan guna untuk melihat layak atau tidak layak dilaksanakan. Parameternya adalah menempatkan ukuran-ukuran baik secara kualitatif ataupun secara kuantitatif yang menghasilkan suatu rekomendasi (Fahmi, 2014).

Ilmu studi kelayakan banyak diminati seiring dengan tingginya aktivitas bisnis yang berkembang pesat, baik dari skala kecil, menengah, hingga besar. Keputusan melakukan investasi bukan bukan hal yang mudah karena terkandung berbagai resiko yang bisa timbul termasuk pengharapan keuntungan (*expect return*). Bisnis memang tidak bisa diputuskan tanpa perhitungan mendetail, karena tanpa perhitungan mendetail artinya menyiapkan bisnis untuk masuk dalam *default* (gagal) (Fahmi, 2014).

Studi kelayakan bisnis merupakan penelitian yang bertujuan untuk memutuskan apakah sebuah ide bisnis layak untuk dilaksanakan atau tidak. Sebuah ide bisa dinyatakan layak untuk dilaksanakan jika ide tersebut dapat mendatangkan manfaat yang lebih besar bagi semua pihak (*stake holder*) dibandingkan dengan kerugian yang akan ditimbulkan (Suliyanto, 2010).

Pengertian studi kelayakan bisnis dan rencana bisnis bisa menimbulkan kerancuan. Hal ini dikarenakan baik studi kelayakan dan rencana bisnis menganalisa aspek yang sama, yaitu aspek pasar dan pemasaran, aspek hukum, aspek lingkungan, aspek teknis dan teknologi, aspek manajemen dan sumber daya manusia, maupun aspek keuangan. Kesamaan lainnya, baik studi kelayakan bisnis ataupun rencana bisnis mempunyai fungsi membantu pengambilan keputusan bisnis (Suliyanto, 2010).

Rencana bisnis atau *business plan* adalah *planning* yang mendeskripsikan masa depan bisnis yang akan dimulai dalam bentuk dokumen tertulis. Rencana ini meliputi bagaimana, siapa, kapan, dan mengapa sebuah bisnis dijalankan. Pada umumnya *business plan* terdiri dari tujuan bisnis, strategi yang digunakan untuk mencapainya, masalah potensial yang akan terjadi dan cara mengatasinya, struktur organisasi termasuk jabatan dan tanggung jawab, jadwal pelaksanaan pekerjaan, dan modal yang diperlukan untuk membiayai perusahaan dan bagaimana mempertahankannya sampai *Break Event Point* (BEP) (Suliyanto, 2010).

Rencana bisnis biasanya digunakan untuk menyampaikan visi kepada investor. Biasanya melibatkan wiraswastawan yang sedang mencari calon investor selain itu, rencana bisnis juga sering digunakan oleh perusahaan untuk merekrut karyawan penting, prospek bisnis baru, berhubungan dengan pemasok, dan lainnya.

2.15 Aspek-Aspek dalam Analisa Kelayakan

Aspek teknis mempelajari kebutuhan teknis pabrik. Hal-hal yang perlu dianalisa pada aspek teknis dan teknologi adalah (Suliyanto, 2010):

1. Pemilihan lokasi pabrik karena merupakan salah satu sumber keunggulan bersaing jika lokasi pabrik strategis. Pencapaian skala produksi yang optimal, karena skala produksi yang terlalu besar akan kehilangan peluang, namun jika skala produksi terlalu kecil maka peluang untuk mendapatkan keuntungan akan hilang.
2. Pemilihan mesin dan peralatan sangat berpengaruh pada keberhasilan proses produksi karena mesin dan peralatan yang digunakan
3. Penentuan *layout* pabrik dan bangunan akan meningkatkan efisiensi proses produksi karena *layout* sangat berpengaruh.
4. Pemilihan teknologi karena teknologi yang tepat memungkinkan perusahaan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dalam waktu cepat dan biaya yang lebih murah

Berdasarkan paparan yang sudah dijelaskan, maka analisis aspek teknis dan teknologi menjadi sebuah keharusan agar terhindar dari kegagalan bisnis pada masa yang akan datang karena adanya masalah teknis.

Analisis aspek teknis dan teknologi untuk menjawab pertanyaan apakah secara teknis dapat dibangun dan dijalankan dengan baik. Suatu ide bisnis dinyatakan layak berdasarkan aspek teknis dan teknologi jika berdasarkan analisis ide bisnis dapat dibangun dan dijalankan (dioperasionalkan) dengan baik. Secara spesifik analisis aspek teknis dan teknologi dalam studi kelayakan bertujuan untuk (Suliyanto, 2010):

1. Menganalisis kelayakan lokasi untuk menjalankan bisnis
2. Menganalisis besarnya skala produksi agar tingkatan skala ekonomi tercapai
3. Menganalisa kriteria pemilihan mesin peralatan dan teknologi yang digunakan dalam menjalankan proses produksi
4. Menganalisa *layout* pabrik, *layout* bangunan, fasilitas, dan lainnya
5. Menganalisa teknologi yang dibutuhkan

2.15.1 Penentuan Lokasi Bisnis

Lokasi bisnis adalah tempat bisnis atau usaha akan dijalankan, dilihat dari lokasi untuk lahan pabrik dan lokasi untuk perkantoran. Lokasi bisnis memiliki dampak yang besar terhadap biaya operasional dan biaya investasi. Penentuan lokasi bisnis yang salah akan menimbulkan permasalahan bagi perusahaan. Variabel penentuan lokasi bisnis digolongkan menjadi variabel utama (primer) maupun variabel pendukung (sekunder). Bobot kepentingan untuk variabel utama dan variabel pendukung berbeda-beda, tergantung pada jenis usaha atau aktivitas yang dijalankan. Selain itu, kriteria penentuan variabel utama dan variabel pendukung juga dapat berbeda. Artinya satu variabel dapat merupakan variabel utama dalam lokasi penentuan lokasi jenis A, tetapi hanya dapat sebagai variabel pendukung pada penentuan lokasi jenis B atau sebaliknya (Suliyanto, 2010).

Pada umumnya variabel utama dalam pemilihan lokasi bisnis diuraikan sebagai berikut (Suliyanto, 2010):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Ketersediaan Bahan Mentah

Bahan mentah sebagai sumber utama sangat dibutuhkan perusahaan dalam jumlah besar. Oleh karena itu ketersediaan bahan mentah merupakan variabel utama yang harus diperhatikan dalam penentuan lokasi bisnis. Jika lokasi bisnis jauh dari bahan mentah maka akan terjadi pengeluaran yang sangat besar karena besarnya biaya transportasi.

2. Letak Pasar yang Dituju

Biaya distribusi juga diperlukan untuk mengangkut barang-barang jadi yang tidak hanya diperlukan untuk mengangkut bahan ke lokasi bisnis (pabrik). Oleh karena itu perlunya diperhatikan transportasi barang hasil produksi dari pabrik ke konsumen dalam pemilihan lokasi jika biaya transportasi jadi ke konsumen lebih besar dibandingkan biaya transportasi bahan mentah ke lokasi pabrik

3. Ketersediaan Sumber Energi Air dan Sarana Komunikasi

Ketersediaan fasilitas air dan sarana komunikasi juga sangat penting untuk menunjang proses produksi, karena untuk menggerakkan mesin dan peralatan membutuhkan sumber energi

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Pada umumnya industri tersebut akan membangun pabrik di daerah dengan tujuan jumlah tenaga kerja yang banyak dan upah tenaga kerja yang murah. Perusahaan harus menganalisa ketersediaan *supply* tenaga kerja, baik tenaga kerja terampil maupun tenaga kerja kasar, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap biaya produksi yang ditanggung perusahaan. Perusahaan yang membutuhkan banyak tenaga kerja, misalnya industri rokok, garmen, sepatu dan sejenisnya. Sehubungan dengan ketersediaan tenaga kerja baru ini, beberapa hal berikut perlu mendapat perhatian:

- Jumlah tenaga yang dibutuhkan, seperti tenaga kerja yang terdidik maupun yang tidak terdidik
- Upah tenaga kerja, seperti upah yang sekarang maupun proyeksi upah pada masa datang
- Karakterisasi sikap dan tingkatan keterampilan tenaga kerja yang ada

d. Biaya pendahuluan yang diperlukan sebelum tenaga kerja dapat bekerja, termasuk biaya rekrutmen dan biaya pelatihan

5. Ketersediaan Fasilitas Transportasi

Ketersediaan sarana transportasi yang baik dapat mengatasi kelemahan suatu daerah sebagai akibat lemahnya faktor-faktor pemilihan lokasi yang lain. Ketersediaan sarana transportasi tidak hanya penting untuk keperluan baku mentah ke pabrik dan pengangkutan bahan jadi ke pasar, tetapi juga penting untuk pengangkutan tenaga kerja dari tempat tinggal ke lokasi bisnis.

2.15.2 Penentuan Luas Produksi

Luas produksi merupakan satuan volume hasil produksi yang diproduksi oleh perusahaan dalam suatu periode. Hal ini direncanakan dengan maksimal supaya perusahaan menghasilkan keuntungan yang optimal. Jumlah produksi dalam skala banyak akan menyebabkan adanya penumpukan barang jadi di gudang sehingga menimbulkan pemborosan. Sebaliknya, jumlah produksi yang terlalu kecil akan menyebabkan perusahaan tidak bisa memenuhi permintaan pasar dan berakibat kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan (Suliyanto, 2010).

Luas produksi berbeda dengan luas perusahaan. Perbedaan luas perusahaan tidak mengukur dengan pendekatan luas produksi saja, tetapi juga dapat diukur dengan beberapa indikator berikut (Suliyanto, 2010):

1. Bahan Dasar yang Digunakan

Indikator ini dapat digunakan jika bahan dasar tertentu mendominasi seluruh proses produksi

2. Barang yang Dihasilkan

Jika barang yang dihasilkan menggunakan berbagai bahan yang memiliki tingkat kepentingan yang relatif sama maka indikator ini dapat digunakan

3. Peralatan Mesin-Mesin yang Digunakan

Jika alat produksi jangka panjang memegang peranan utama dalam perusahaan tersebut, maka indikator ini dapat digunakan. Sebagai contoh kandang dalam peternakan ayam, tanah dalam perusahaan pertanian.

4. Jumlah Pegawai yang Digunakan

Jika perusahaan menggunakan berbagai berbagai bahan dasar dan proses produksinya merupakan kegiatan yang padat tenaga kerja maka indikator ini dapat digunakan. Sebagai contoh industri linting rokok, industri batik tulis, dan sejenisnya.

2.15.3 Pemilihan Mesin Peralatan dan Teknologi

Pemilihan mesin, peralatan, dan teknologi adalah hal yang penting. Jika terjadi kesalahan dalam pemilihan mesin, peralatan, dan teknologi yang digunakan maka menimbulkan kerugian jangka panjang. Berikut ini hal yang perlu dipertimbangkan pada pemilihan mesin dan peralatan (Suliyanto, 2010):

1. Kesesuaian dengan teknologi
2. Harga perolehan
3. Kemampuan
4. Tersedianya pemasok
5. Tersedianya suku cadang
6. Kualitas
7. Umur ekonomis

Pemilihan teknologi berpengaruh kepada manfaat ekonomi yang diharapkan karena teknologi yang paling maju belum tentu sesuai dengan kondisi perusahaan. Oleh karena itu, selain manfaat ekonomi, ada beberapa hal berikut juga perlu dipertimbangkan dalam pemilihan teknologi (Suliyanto, 2010):

1. Kemampuan tenaga kerja dalam menggunakan teknologi
2. Kecocokan antara teknologi yang dipakai dengan bahan baku yang digunakan
3. Peluang untuk mengembangkan teknologi dimasa yang akan datang
4. Keberhasilan pemakaian teknologi ketika digunakan di tempat atau lokasi lain

Perhitungan kebutuhan mesin ini dilakukan untuk mengetahui jumlah mesin yang dibutuhkan pada rantai produksi tergantung pada rencana produksi, target produksi yang telah ditentukan, kapasitas produksi, dan waktu produksi yang dibutuhkan dihitung dengan Rumus 2.3 (Wignjosoebroto, 2009).

$$\frac{T}{60} \times \frac{P}{DE} \quad (2.3)$$

Dimana:

P = Banyaknya produk yang di proses pada setiap mesin per periode waktu kerja (unit produk/tahun)

T = Jumlah keseluruhan waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses operasi produksi yang diperoleh dari hasil *time study* atau perhitungan secara teoritis (menit/unit produksi)

D = Jam operasi yang tersedia, dimana untuk satu shift kerja $D=8$ jam/hari, 2 shift kerja $D= 16$ jam/hari dan 3 shift kerja $D = 24$ jam/hari

E = Faktor efisiensi kerja mesin yang terjadi karena adanya *breakdown*, *repair*, atau hal-hal lain yang sehingga terjadinya *idle*. Harga yang umum diambil berkisar antara 0,8-0,9

N = Jumlah mesin atau operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi
Faktor efisiensi kerja mesin yang terjadi karena adanya *down*, *repair*, atau hal-hal yang menyebabkan terjadinya *idle*. Rumus perhitungan diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

$$1 - \frac{D_T + S_T}{D} \quad (2.4)$$

Dimana:

D = Jumlah waktu kerja per periode (jam)

D_T = *Down time* (jam)

S_T = *Set up time* untuk proses pengerjaan per periode (jam)

2.16 Aspek Finansial atau Keuangan

Aspek keuangan mengkaji keuntungan yang didapatkan perusahaan, apakah nantinya usaha yang direncanakan layak untuk dijalankan. Aspek ini sangat penting untuk diketahui karena setiap usaha yang didirikan mengharapkan keuntungan sehingga meningkatkan nilai perekonomian bagi perusahaan. Kegiatan pada aspek ini antara lain menghitung perkiraan jumlah dana yang diperlukan untuk keperluan modal kerja awal dan untuk pengadaan harta tetap pabrik (Sayuti, 2008)

Dalam analisis finansial dilakukan perhitungan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kegiatan usaha yang direncanakan dan dijalankan dapat memberikan manfaat (*benefit*). Analisa yang dilakukan pada aspek finansial yaitu: analisis investasi, *income statement* (laporan keuangan), *cashflow* (arus kas) dan metode evaluasi investasi (*payback period*, *net present value*, dan *internal rate of return*).

2.16.1 Biaya Kebutuhan Investasi

Investasi merupakan pengeluaran sejumlah uang yang digunakan sebagai modal usaha yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu. Biasanya penanaman modal terjadi dalam rentang waktu yang lama. Investasi adalah mengorbankan dolar sekarang untuk dolar di masa yang akan datang. Dari paparan ini terkandung dua makna penting dalam investasi yaitu adanya resiko sebagai konsekuensi penanaman modal serta tenggang waktu yang dibutuhkan (Kasmir, 2008)

Mengorbankan uang diartikan sebagai menanamkan sejumlah dana dalam suatu usaha saat sekarang atau saat investasi dimulai, dan selanjutnya mengharapkan pengembalian investasi disertai dengan tingkat keuntungan yang diharapkan di masa depan (berdasarkan jangka waktu tertentu).

2.16.2 Depresiasi (Penyusutan)

Depresiasi adalah pengurangan nilai barang yang telah dimiliki sebagai kebutuhan dalam menjalankan usaha yang ditinjau dari lamanya penggunaan dari aset tersebut. Pembagian aset mencakup *current asset* dan *fixed asset*, namun aset yang terkena depresiasi hanya *fixed asset* (aset tetap), yang pada umumnya bersifat fisik, seperti bangunan, mesin atau peralatan, armada, dan lain-lain. Oleh karena itu, aset yang dimaksud dalam hal ini adalah *fixed asset* (Giatman, 2006).

Tujuan penyusutan aset adalah penurunan nilai dari aset yang dimiliki seiring dengan lama penggunaannya yang memiliki dampak sehingga berakibat pada kegiatan usaha yang dijalankan. Secara umum ada beberapa alasan dilakukannya perhitungan depresiasi ini, yaitu (Giatman, 2006):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Sebagai sarana pengembalian dana modal yang telah diinvestasikan pada suatu barang seperti mesin, transportasi, gedung. Dana ini sifatnya sebagai *saving* untuk menjamin kontinuitas atau keberlanjutan usaha bila masa pakai mesin telah habis sehingga perlu diganti dengan yang baru.
2. Untuk memungkinkan adanya biaya penyusutan yang dibebankan pada biaya produksi atau jasa yang dihasilkan dari penggunaan aset-aset.
3. Sebagai dasar pengurangan pembayaran pajak-pajak pendapatan yang harus dibayarkan.

Metode-metode yang biasanya digunakan didalam depresiasi secara teoritis ada berbagai metode perhitungan depresiasi, yaitu (Giatman, 2006):

1. Metode *Double Declining Balance Depreciation (DDBD) to Conversion Straight of Line Depreciation (SLD)*

Jika hanya menggunakan satu metode DDBD saja, maka menimbulkan permasalahan yaitu tidak samanya nilai buku (BV) dengan nilai sisa. kemungkinan yang dapat terjadi adalah:

- a. $\text{Book Value}_{t=n} > \text{Nilai Sisa}$
- b. $\text{Book Value}_{t=n} = \text{Nilai Sisa}$
- c. $\text{Book Value}_{t=n} < \text{Nilai Sisa}$

Jika $BV_n > S$ menimbulkan permasalahan dalam menetapkan nilai aset perusahaan, karena berpotensi menimbulkan biaya semu. Ada dua metode yang dapat dilakukan:

1. Melanjutkan perhitungan depresiasi sampai ketemu nilai sisa
2. Menggabungkan metode DDBD dan SLD

Metode pertama tidak selalu dapat digunakan, terutama pada aset tidak mungkin lagi ditambah atau aset benar-benar tidak produktif lagi. Metode kedua dapat menggunakan perhitungan langsung, dimana masing-masing metode menghitung depresiasi setiap tahunnya, nilai depresiasi terbesar pada tahun yang sama dipakai sebagai pilihan. Namun pada metode perhitungan SLD mengalami perubahan rumus. Berikut ini rumus yang digunakan dalam menerapkan metode SLD:

$$SDL_t = \frac{I}{N - (n - 1)} (BV_{t-1} - S) \quad (2.5)$$

Keterangan :

$N - (n - 1)$ = Umur aset yang tersisa

BV_{t-1} = Nilai periode tahun sebelumnya dari metode DDBD

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

- Hitung depresiasi dengan metode SLD dan DDBD secara bersamaan
- Bandingkan nilai SLD dan DDBD pada tahun yang sama
- Saat nilai $SLD \geq DDBD$, maka konvesri dilakukan

2.16.3 Kriteria Penilaian Investasi

Ada beberapa kriteria untuk menentukan apakah suatu usaha layak atau tidak dijalankan ditinjau dari aspek keuangan penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing perusahaan. Metode penilaian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) pada suatu perusahaan atau proyek merupakan perbandingan nilai aliran kas bersih (*cash flow*) dengan investasi yang dikeluarkan pada suatu proyek. Selisih antara kedua nilai tersebut menghasilkan nilai yang disebut dengan *Net Present Value* (NPV). Perhitungan NPV dapat menggunakan Rumus 2.6 berikut:

$$NPV = \frac{\text{Kas Bersih 1}}{(1 + r)} + \frac{\text{Kas Bersih 2}}{(1 + r)^2} + \dots + \frac{\text{Kas Bersih N}}{(1 + r)^n} - \text{Investasi} \quad (2.6)$$

2. *Internal Rate of Return* (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui tingkat pengembalian hasil *intern*. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut: (Giatman, 2006):

$$IRR = \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \cdot (i_2 - i_1) \quad (2.7)$$

Jika IRR lebih besar ($>$) dari bunga pinjaman maka investasi layak dilakukan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jika IRR lebih kecil (<) dari bunga pinjaman maka investasi tidak layak dilakukan.

3. *Payback Period* (PP) merupakan pengukuran terhadap pengembalian investasi suatu usaha atau proyek pada jangka waktu (periode) yang diperlukan. Perhitungan diperoleh dari perhitungan kas bersih yang diperoleh setiap tahun. Nilai kas bersih didapat dari penjumlahan laba setelah pajak ditambah dengan biaya depresiasi (jika investasi 100% menggunakan modal sendiri)

$$PP = \frac{\text{Investasi Kas Bersih}}{\text{Aliran Kas Masuk Bersih Tahunan}} \quad (2.8)$$